

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-222380  
 (43)Date of publication of application : 17.08.2001

(51)Int. CI. G06F 3/06

G11B 19/02

G11B 20/10

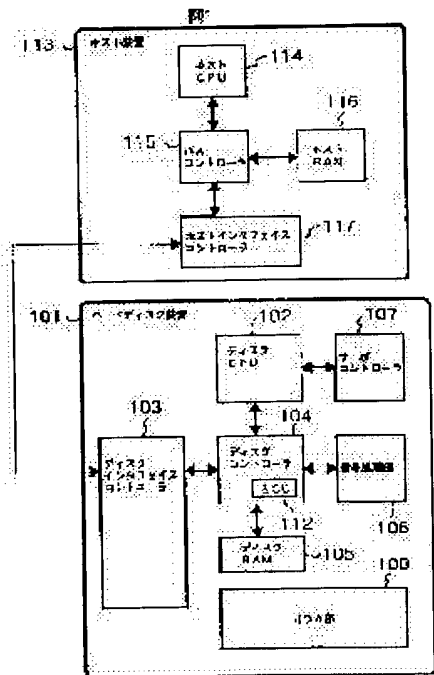
(21)Application number : 2000-029286 (71)Applicant : HITACHI LTD  
 (22)Date of filing : 07.02.2000 (72)Inventor : TSUNODA MOTOYASU  
 HIRATSUKA YUKIE  
 IGUCHI SHINYA  
 NISHIKAWA MANABU

(54) EXTERNAL STORAGE DEVICE AND INFORMATION PROCESSING SYSTEM WITH THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To optimize an information processing system including an external storage device such as a hard disk device.

SOLUTION: A performance parameter (such as spindle rotating speed, cache size) to determine performance of a hard disk is transmitted and received between the hard disk device 101 and a host device 113. The hard disk device 101 resets the indicated performance parameter when a setting request of the performance parameter is received from the host device 113. In addition, the host device 113 predicts execution time of commands to the hard disk device 101 based on parameter information received from the hard disk device 101 and rearranges the commands based on a prediction result.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-222380

(P2001-222380A)

(43) 公開日 平成13年8月17日(2001.8.17)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード(参考)
G 0 6 F 3/06	3 0 1	G 0 6 F 3/06	3 0 1 M 5 B 0 6 5
G 1 1 B 19/02	5 0 1	G 1 1 B 19/02	5 0 1 K 5 D 0 4 4
20/10		20/10	D

審査請求 未請求 請求項の数5 OL (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2000-29286(P2000-29286)

(22) 出願日 平成12年2月7日(2000.2.7)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 角田 元泰

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株

式会社日立製作所システム開発研究所内

(72) 発明者 平塚 幸恵

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株

式会社日立製作所システム開発研究所内

(74) 代理人 100087170

弁理士 富田 和子

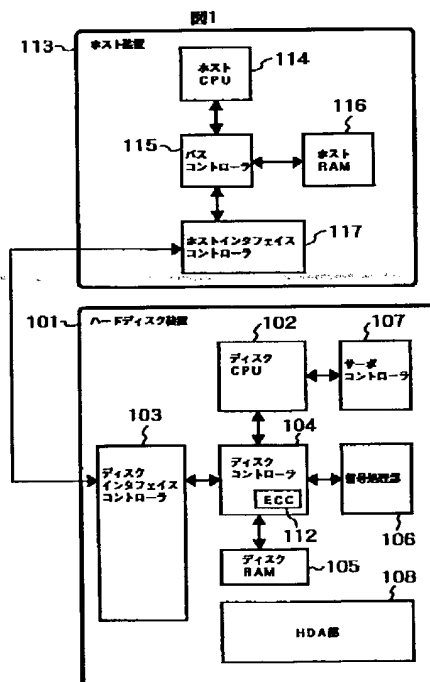
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 外部記憶装置とそれを備えた情報処理システム

(57) 【要約】

【課題】 ハードディスク装置等の外部記憶装置を含む情報処理システムの最適化を図る。

【解決手段】 ハードディスク装置101とホスト装置113との間で、ハードディスクの性能を決定付ける性能パラメータ(スピンドル回転速度、キャッシュサイズ等)を送受信する。ホスト装置113から、性能パラメータの設定要求を受けると、ハードディスク装置101は、指示された性能パラメータの再設定を行う。また、ホスト装置113は、ハードディスク装置101から受信したパラメータ情報に基づいて、ハードディスク装置101に対するコマンドの実行時間を予測し、この予測結果に基づいて、コマンドの並び替えを行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 情報処理装置がアクセスを行う外部記憶装置であって、

前記情報処理装置との間で、自己の性能を決定付ける性能情報を送受信する手段と、

前記情報処理装置から、前記性能情報の値の変更を要求を受けて、自己の性能情報の値の変更を行う手段とを備えたことを特徴とする外部記憶装置。

【請求項2】 請求項1に記載の外部記憶装置と、当該外部記憶装置に対してアクセスを行う情報処理装置とを備えたことを特徴とする情報処理システム。

【請求項3】 外部記憶装置にアクセスを行う情報処理装置であって、

前記外部記憶装置から、当該外部記憶装置の性能を決定付ける性能情報を受信する手段と、

前記外部記憶装置に対するコマンドを複数個蓄えておくコマンドキュー手段と、

前記外部記憶装置から受信した性能情報に基づいて、前記コマンドキュー手段に蓄えられた各々のコマンドについてコマンド実行時間を予測する手段と、

予測されたコマンド実行時間に基づいて、システムが最適化されるようにコマンドキュー手段に格納されたコマンドの実行順序を並べ替える手段とを備えたことを特徴とする情報処理装置。

【請求項4】 前記外部記憶装置にアクセスする他の情報処理装置から、前記外部記憶装置に対するコマンドを受信し、前記コマンドキュー手段に格納する手段を更に備えることを特徴とする請求項3に記載の情報処理装置。

【請求項5】 請求項3又は請求項4に記載の情報処理装置と、前記性能情報を前記情報処理装置に送信する外部記憶装置とを備えたことを特徴とする情報処理システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ハードディスク装置等の外部記憶装置を含む情報処理システムの最適化に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、ハードディスク装置の大容量化、高速化に伴い、動画や音声をハードディスク装置に記録／再生するシステムが提案されている。動画や音声といったデータは、リアルタイム処理、即ち、データ転送の帯域保証が必要になる。

【0003】そのため、例えば、特開平10-222310号公報に記載されている磁気ディスク装置では、実行時間予測を行う入出力コマンドをホストコンピュータから受けると、同コマンド処理に必要な実行時間を予測し、その結果がホストコンピュータの要求している最大許容時間内であればコマンドを実行し、許容時間をオー

バーするようであればコマンドの実行を中止して、ホストコンピュータにその旨を通知していた。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記公報記載の技術は、データ転送の帯域保証に主眼を置いており、ディスク装置それ自体は内部状態からコマンド実行時間を予測するだけである。従って、ディスク装置がシステムの中で最適な状態で稼働しているとは限らない。例えば、音声を再生する場合、仮にディスク装置の転送帯域が十分に保証されているならば、スピンドル回転速度を落としてディスク装置の発するノイズ音を低減することが望ましい場合もある。

【0005】また、上記公報記載の技術では、入出力コマンドが許容時間内に実行できない場合は、その旨がホストコンピュータに通知されるが、ホストコンピュータは、コマンドを実際に発行しないとその結果が得られない。そのため、ディスク装置に対して無駄なコマンドが発行される場合が生じる。また、システム全体でみた場合、ディスク装置に対して、最適なタイミングでコマンドが発行されているとは限らない。

【0006】本発明の目的は、ハードディスク装置等の外部記憶装置を含む情報処理システムが、ユーザの好みに合わせて、若しくは各々のアプリケーションの実行が最適化されるように稼働するための技術を提供することにある。

【0007】また、本発明の他の目的は、システムのパフォーマンスを向上させるために、外部記憶装置に対するコマンドの発行を最適化する技術を提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明に係る外部記憶装置は、情報処理装置がアクセスを行う外部記憶装置である。そして、前記情報処理装置との間で、自己の性能を決定付ける性能情報を送受信する手段と、前記情報処理装置から、前記性能情報の値の変更を要求を受けて、自己の性能情報の値の変更を行う手段とを備えたことを特徴とする。

【0009】また、本発明に係る情報処理システムは、前記外部記憶装置と、当該外部記憶装置に対してアクセスを行う情報処理装置とを備えたことを特徴とする。この場合において、情報処理装置は、例えば、システムの初期化時や、アプリケーション実行時に、性能情報の変更を要求する。

【0010】また、本発明に係る情報処理装置は、外部記憶装置にアクセスを行う情報処理装置である。そして、前記外部記憶装置から、当該外部記憶装置の性能を決定付ける性能情報を受信する手段と、前記外部記憶装置に対するコマンドを複数個蓄えておくコマンドキュー手段と、前記外部記憶装置から受信した性能情報に基づいて、前記コマンドキュー手段に蓄えられた各々のコマ

ンドについてコマンド実行時間を予測する手段と、予測されたコマンド実行時間に基づいて、システムが最適化されるようにコマンドキュー手段に格納されたコマンドの実行順序を並べ替える手段とを備えたことを特徴とする。

【0011】この場合において、前記外部記憶装置にアクセスする他の情報処理装置から、前記外部記憶装置に対するコマンドを受信し、前記コマンドキュー手段に格納する手段を更に備えるようにしてもよい。

【0012】また、前記外部記憶装置に対するコマンドは、データ転送の帯域保証が必要であることを示すフラグ情報を有し、当該フラグ情報を用いて、コマンドの実行順序を並び替えるようにしてもよい。更に、コマンド実行時間を予測した結果、前記フラグ情報を有したコマンドについて、データ転送の帯域保証ができない場合は、当該コマンドの実行を中止して、その旨をユーザに通知するようにしてもよい。

【0013】また、前記外部記憶装置又は情報処理装置に、情報処理装置が外部記憶装置に対して発行するコマンドによって生じるデータ転送の量と、データ転送時間から実効データ転送速度を計測する手段を備え、計測結果を使って、コマンドの実行時間を予測するようにしてもよい。

【0014】また、本発明に係る情報処理システムは、前記情報処理装置と、前記性能情報を前記情報処理装置に送信する外部記憶装置とを備えることを特徴とする。

【0015】なお、外部記憶装置がディスク装置の場合、前記性能情報としては、例えば、スピンドル回転速度、キャッシュ制御モード、キャッシュサイズ、最大先読みセクタ数、シーク時間算出式、セクタアドレス変換式、予備セクタ数、ECC長、オンザフライECC訂正数、ホスト転送速度等が挙げられる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しつつ、詳細に説明する。

《第1実施形態》まず、本発明の第1の実施形態について説明する。

【0017】図1は、本発明を適用した情報処理システムの構成を示す図である。同図に示すように、本情報処理システムは、ホスト装置113（例えば、パーソナルコンピュータ）と、外部記憶装置としてのハードディスク装置101とから成る。

【0018】本実施形態では、ホスト装置113とハードディスク装置101との間のインタフェースとして、ATA（AT attachment）を想定しているが、他のインタフェース（例えば、IEEE1394や、SSA（serial storage architecture）、Fiber Channel等）も適応可能である。

【0019】ホスト装置113は、ホストCPU114と、バスコントローラ115と、ホストRAM116

と、ホストインタフェースコントローラ117とを備える。なお、当然のことながら、ホスト装置113は、それ以外のコンポーネント、例えば、グラフィックスコントローラや、ネットワークコントローラや、フロッピーディスクコントローラ等を備えるようにしてもよい。

【0020】ホストCPU114は、ROM（不図示）やホストRAM116に格納されたプログラムを実行することにより、所定の処理を行う。バスコントローラ115は、ホストCPU114、ホストRAM116、ホストインタフェースコントローラ117間のデータ転送を制御する。ホストインタフェースコントローラ117は、ハードディスク装置101とホストRAM116との間のデータ転送等を制御する。

【0021】一方、ハードディスク装置101は、ディスクCPU102と、ディスクインタフェースコントローラ103と、ディスクコントローラ104と、ディスクRAM105と、信号処理部106と、サーボコントローラ107と、HDA部108とを備える。

【0022】ディスクCPU102は、ハードディスク装置101全体のデータ処理を制御する。ディスクコントローラ104は、ディスクインタフェースコントローラ103とディスクRAM105との間、及び、信号処理部106とディスクRAM105との間のデータ転送を制御する。ディスクコントローラ104は、ECC部112を備え、書き込みの際には、転送データに対して誤り検出訂正符号（ECC）を生成／付加し、読み出しの際には、このECCを用いて読み出しデータに対する誤り検出／訂正処理を行う。

【0023】信号処理部106は、データのエンコード／デコード処理やA/D変換を行う。HDA（Hard Disk Assembly）部108は、データを格納する記録媒体と、記録媒体を回転させるスピンドルモータと、リード／ライトヘッドと、リード／ライトヘッドを支えるアクチュエータと、アクチュエータを動かすためのボイスコイルモータ等から構成される。サーボコントローラ107は、スピンドルモータやボイスコイルモータの制御を行う。

【0024】次に、図1に示した情報処理システムの最適化を図る手法について説明する。本手法は、ハードディスク装置101の性能を決定付けるパラメータ（性能パラメータ）に適切な値を設定することで、ハードディスク装置101を含む情報処理システムの最適化を図るものである。

【0025】まず、ハードディスク装置101の性能パラメータについて説明する。

【0026】図2は、ハードディスク装置101の性能パラメータの例を示す図である。以下、各パラメータについて説明する。

【0027】スピンドル回転速度（オフセットアドレス：0）は、記録媒体を固定するスピンドルモータの回

転速度を示す。この例では、ハードディスク装置101のスピンドルモータは、3種類の回転速度(3600/5400/7200)をサポートしている。

【0028】キャッシュ制御モード(オフセットアドレス:1)は、ディスクRAM105上で管理されるセグメントの制御方式を示す。ハードディスク装置101では、セグメント長を予め固定する固定セグメント方式と、ホスト装置113からのアクセスパターンによってセグメント長が変化する可変セグメント方式のどちらかを選択できる。

【0029】キャッシュサイズ(オフセットアドレス:2)は、ディスクRAM105上のキャッシュサイズを示す。この例では、4種類のキャッシュサイズ(0.5/1.0/2.0/4.0)をサポートしており、通常は、物理的なディスクRAM105のサイズである4MBに設定する。ホスト装置113の処理能力に比べて、ハードディスク装置101のデータ転送能力が高過ぎて、システム全体の性能が落ちる場合等では、キャッシュサイズを小さくしてヒット率を故意に低下させることによりハードディスク装置101の実効転送速度を落とすことが可能である。

【0030】最大先読みセクタ数(オフセットアドレス:3)は、指示されたセクタデータをリードセグメント上に読み出した後に続けて、リードセグメント上に先読みする最大セクタ数を示す。この例では、4種類の最大セクタ数(64/128/256/512)をサポートしている。

【0031】シークモード(オフセットアドレス:4)は、目的のセクタにリード/ライトヘッドを移動させるシーク方式を示す。この例では、リード/ライトヘッドが高速に移動する高速モードと低速に移動する低速モードを備えている。

【0032】予備セクタ配置方式(オフセットアドレス:5)は、予備セクタを、どのような単位で配置するかを示す。この例では、トラック単位、シリンダ単位、ゾーン単位、装置単位のいずれで配置するかを設定することが可能である。

【0033】予備セクタ数(オフセットアドレス:6)は、各予備セクタ配置単位毎に設定される予備セクタの数である。

【0034】ECC長(オフセットアドレス:7)は、誤り検出/訂正符号の長さを示している。この例では、4種類の符号長(10/20/30/40)をサポートしている。

【0035】オンザフライECC訂正数(オフセットアドレス:8)は、オンザフライECCの訂正ブロック数を示す。この例では、1~4までが選択可能である。オンザフライECCとは、読み出しデータに誤りがある場合でも後続のデータ転送を継続しながら誤りデータの訂正を行うものである。

【0036】ホスト転送速度(オフセットアドレス:9)は、ホストインタフェースコントローラ117とデ

ィスクインタフェースコントローラ103との間の最大データ転送速度を示す。この例では、4種類の転送速度(16/33/66/100)をサポートしている。

【0037】本実施形態では、ホスト装置113のユーザが、上述したような性能パラメータをユーザの好みにあわせて設定することができる。この際、各性能パラメータについてユーザに所望の値を選択させてもよいが、ここでは、簡単のため、ユーザには動作モードを指定させるようにする。

10 【0038】図3は、動作モードの例を示す図である。同図に示すように、この場合、動作モードには、ハイパフォーマンスモード501、低騒音/低消費電力モード502、動画再生モード503、高信頼モード504がある。

【0039】ハイパフォーマンスモード501(設定値「aaa」)では、性能を重視するため、スピンドル回転速度、キャッシュサイズ、シークモード、ホスト転送速度等の各パラメータに、装置の取り得る最大値を設定する。

20 【0040】低騒音/低消費電力モード502(設定値「bbb」)では、ハードディスク装置101から発生するノイズ音や電力消費量を極力抑えるため、スピンドル回転速度、シークモード、ホスト転送速度の各パラメータに、アプリケーションを実行する上で必要最小限の値を設定する。

【0041】動画再生モード503(設定値「ccc」)では、読み出しデータのリアルタイム転送を重視するため、ホスト装置113が必要とする帯域に合わせて、スピンドル回転速度、シークモード、ホスト転送速度等の各パラメータを設定する。また図には示していないがECC訂正不可能なエラーが発生した場合でも後続のデータ転送を継続するモードを設けることも有効である。

【0042】高信頼モード504(設定値「ddd」)では、データの信頼性を重視するため、スピンドル回転速度、シークモード、ホスト転送速度等の各パラメータに最小値を設定する。またキャッシュサイズやオンザフライECC訂正数を制限することにより信頼度を上げることも可能である。

40 【0043】次に、ハードディスク装置101の性能パラメータを設定する処理について説明する。

【0044】図4は、ホスト装置113の電源投入時やリセットによる再起動時に行うシステムの初期化において、ハードディスク装置101の性能パラメータを設定する処理のフローチャートを示す図である。

【0045】同図に示すように、ホスト装置113は、まず、ハードディスク装置101の性能パラメータを読み出すために、Identify Deviceコマンド(コード:ECh)を発行する(S202)。同コマンドは、ATA規格で規定されているコマンドである。

【0046】ハードディスク装置101は、Identify Deviceコマンドを受け取ると、ディスクCPU102がその内容を把握し、自己の性能パラメータをホスト装置113に返す。本実施形態では、ベンダユニーク領域（若しくはリザーブ領域）に性能最適化機能の有無を示す情報と、各性能パラメータ情報を付加している。

【0047】図5は、Identify Deviceコマンドに対してハードディスク装置101がホスト装置113に返す情報を示す図である。同図に示すように、ワードxに、性能最適化機能の有無を示す情報及び性能パラメータ格納領域のベースアドレス(y)を付加し、ワードy以降に、各性能パラメータ情報を付加している。

【0048】ホスト装置113は、ハードディスク装置101からIdentify Deviceコマンドに対する応答を受信すると、ハードディスク装置101が性能最適化機能をサポートしているか否かを判別する(S203)。その結果、サポートしていない場合は(S203:No)、デフォルトの設定を使う(S204)。一方、サポートしている場合は(S203:Yes)、各性能パラメータの格納領域(Word y~)から情報を読み取って、各性能パラメータの設定可能範囲と初期値を保存する(S205)。

【0049】そして、ホスト装置113のユーザに、上述の性能パラメータを設定させるか否かを判別し(S206)、ユーザに設定させる場合は(S206:Y)、ユーザにハードディスク装置101の所望の動作モードを問い合わせる(S207)。

【0050】ユーザによって所望の動作モードが選択されると(S208)、Set Featureコマンドを発行して(S209)、選択された動作モードになるように性能パラメータの変更を指示し、同時に変更後のパラメータを保存しておく(S210)。

【0051】Set Featureコマンドは、ATA規格で規定されてコマンドであり、本実施形態では、ベンダユニーク領域（若しくはリザーブ領域）に性能パラメータの設定を指示する命令を付け加えている。

【0052】ハードディスク装置101は、Set Featureコマンドを受け取ると、ディスクCPU102がその内容を把握し、性能パラメータに対する変更要求の有無を確認する。変更要求があった場合、ディスクCPU102は、変更が要求されたパラメータに応じて、ハードディスク装置101の制御を実行している各々の内部制御ブロックに対して変更指示を出す。例えば、スピンドル回転速度に対する変更は、サーボコントローラ107及びHDA部108のスピンドルモータに通知され、要求された回転速度に合わせた制御を行う。この場合、例えば、3600rpmから7200rpmに変更された場合、サーボセクタのサンプリング周期を半分に設定する。これは、予め各設定値に対する制御方法をプログラミングしておき、この設定値が供給されたときに、この

設定値に対するプログラムを実行すればよい。キャッシュ制御モード、キャッシュサイズ、最大先読みセクタ数、ECC長、及び、オンザフライECC訂正数に対する変更は、ディスクコントローラ104に通知され、各要求値に対する制御が行われる。また、シークモードは、サーボコントローラ107に通知され、ホスト転送速度は、ディスクインタフェースコントローラ103に通知される。また、予備セクタ配置方式及び予備セクタ数については、ディスクCPU102に通知される。

【0053】なお、図3に示した動作モードを1つのハードディスク装置に混在させる場合、各モードに対応したハードディスク装置の格納領域を決めるようにしてもよい。例えば、外周ゾーンは、ハイパフォーマンスモードや動画再生モードに使用する等すれば、効率的な使い方が可能となる。

【0054】上述した例では、性能パラメータの設定は、システムの初期化時にユーザが行っているが、実際のデータ処理中に、その内容に合わせてホスト装置113が自動的に再設定するようにしてもよい。例えば、ハードディスク装置101に格納してある音楽データをホスト装置113から呼び出して聴く場合は、低騒音/低消費電力モード502に設定したり、動画を見る場合は、動画再生モード503に設定すれば良い。

【0055】図6は、ホスト装置113がアプリケーションに合わせてハードディスク装置101の性能パラメータを再設定する処理のフローチャートを示す図である。

【0056】同図に示すように、あるアプリケーションが起動されると(S602)、起動されたアプリケーションを動かすために最適な動作モードが選択される(S603)。各アプリケーションと動作モードとの対応付けは、例えば、アプリケーションソフトをインストールする際に、アプリケーションのデフォルト設定に従って行ってもよいし、ユーザの選択に従って行ってもよい。

【0057】ホスト装置113は選択された動作モードを実現するように、初期化時に保存しておいた性能パラメータの値を変更し、初期化時と同様に、Set Featureコマンドを発行して、性能パラメータの変更を指示する(S604)。そして、アプリケーションを動かすために最適な動作モードになったハードディスク装置101を使って、アプリケーションを実行する(S605)。アプリケーションの実行を終了すると(S607:Y)、ホスト装置113は、再度、Set Featureコマンドを発行して、性能パラメータを初期値に戻す(S608)。

【0058】以上説明したように、本実施形態では、ハードディスク装置101の性能を決定付ける性能パラメータに適切な値を設定することにより、ハードディスク装置101を含むシステムの最適化を図ることが可能になる。

《第2実施形態》次に、本発明の第2の実施形態について説明する。

【0059】図7は、本発明を適用した第2の情報処理システムの構成を示す図である。本システムの構成は、ハードディスク装置101のディスクインタフェースコントローラ103にホスト実効転送速度算出部109を設けた点を除き、図1に示したものと同一である。

【0060】本実施形態では、第1の実施形態と同様に、ホスト装置113がハードディスク装置101の性能パラメータを認識する。そして、同パラメータを使って、ホスト装置113において、コマンド実行に要する処理時間を事前に予測し、予測結果に基づいて、コマンドの発行順序を並び替えることにより、システム全体としての最適化を図るものである。

【0061】本実施形態では、コマンド実行に要する処理時間を予測するため、第1の実施形態で示した性能パラメータに加えて、性能パラメータとして、シーク時間算出式及びセクタアドレス変換式を、ハードディスク装置101からホスト装置113に通知する。

【0062】シーク時間算出式は、目的のセクタにリード/ライトヘッドが移動するのに必要な時間を算出するための算出式を特定するためのパラメータである。

【0063】セクタアドレス変換式は、ホスト装置113から与えられるLBA (logical block address) から実際にアクセスされる物理アドレス情報 (シリンダ、ヘッド、セクタアドレス) を算出する変換式を特定するパラメータである。当該変換式では、各ゾーンごとのトラック当りのセクタ数も考慮されている。

【0064】また、第1の実施形態において、性能パラメータの一つとして、ホスト転送速度を挙げたが、これは、インタフェース上の最大データ転送速度であり、実際には、ホスト装置113及びハードディスク装置101においてデータ転送の準備を伴うため、両者間のデータ転送は必ずしも最大データ転送速度で転送されるわけではない。

【0065】そこで、本実施形態では、より正確なデータ転送時間の予測を可能にするためディスクインタフェースコントローラ103に、ホスト実効転送速度算出部109を設けている。ホスト実効転送速度算出部109は、転送したセクタ数をカウントするセクタカウンタ111と、当該データ転送にかかった時間を計測するタイマ110から構成され、各々のデータ転送において実効転送速度を計測するものである。

【0066】計測された実効転送速度は、随時ホスト装置113に通知しても良いし、ディスクCPU102により統計処理を施し、統計データとしてホスト装置113に通知しても良い。なお、ホスト実効転送速度算出部109を、ホスト装置113側に設けてもよい。

【0067】図8は、ホスト装置113がハードディスク装置101に対して入出力要求 (ATAコマンド) を

発行する場合のフローチャートを示す図である。

【0068】マルチタスクOSのように複数のアプリケーションが同時に処理される環境においては、ATAコマンドの発行要求は、各アプリケーションごとに行われる。

【0069】まず、ホストCPU114が実行するアプリケーションが選択されると (S702)、ホストCPU114は、必要に応じて、そのアプリケーションの実行に必要なデータの入出力処理を行うため、ホストインタフェースコントローラ117に対してATAコマンドの発行を要求する (S703)。

【0070】このようなコマンド発行要求は、コマンドキュー801に格納される (S704)。コマンドキュー801の詳細については、後述する。

【0071】次に、コマンドキュー801に溜まっている各コマンドについて、上述の性能パラメータを用いてコマンド実行時間を予測し (S705)、システムが最適になるようにコマンド実行順序の並び替えを行う (S706)。

【0072】そして、並び替えられたコマンドを、順次実行する (S707)。以上のような処理を、すべてのアプリケーションが終了するまで繰り返す。

【0073】なお、コマンド実行中においてもコマンドキュー801に新たなコマンドが入力された場合には、可能であれば、そのコマンドの実行優先順位を判定して並び替えを行う。

【0074】次に、前述したコマンドキュー801の詳細について説明する。

【0075】図9は、コマンドキュー801の構成を示す図である。前述したように、コマンドキュー801には、各アプリケーションからのコマンド発行要求が格納される。

【0076】コマンド発行要求は、コマンドの種類803、アクセス対象804 (開始LBA、アクセスブロック数) の情報以外に、そのコマンドが帯域保証を必要としているかどうかを示す帯域保証フラグ802を持っている。帯域保証フラグ802は、動画情報を転送する際など、常にデータの転送帯域を保証する必要がある場合にアプリケーションによって設定される。帯域保証フラグ802は、例えば、帯域保証が必要か否かに応じて、0または1が設定される。なお、これ以外に、帯域保証の優先度や、許容コマンド実行時間を含めても良い。

【0077】コマンドキュー801においては、新規に発行要求されたコマンドは、コマンドキュー801の最後尾に格納され、最前のコマンドから順次実行され、実行されたコマンドはキューの外に出される。

【0078】次に、前述したコマンドの並び替え (S706) について詳細に説明する。

【0079】図10及び図11は、上述のコマンドの並び替えを行う処理のフローチャートを示す図である。



【0080】まず、コマンドキュー801に格納されたコマンドの中でアクセス対象範囲に重なりがあるか否かを調査する(S902)。その結果、重なりがある場合(S902:Y)、コマンドの実行順序を入れ替えると正当な処理結果が得られないので、重なりがあるコマンド群の実行順序を入れ替えないようにブロックしておく(S903)。

【0081】次に、帯域保証付きのライトコマンドがあるかどうかを調査する(S904)。その結果、当該コマンドがある場合は(S904:Y)、当該コマンド群をキュー801の先頭に入れる(S905)。

【0082】次に、帯域保証付きのリードコマンドがあるかどうか調査する(S906)。その結果、当該コマンドがある場合は(S906:Y)、当該コマンド群をキュー801の続きに入れる(S907)。

【0083】残ったコマンド群に対しては、上述の性能パラメータに含まれているセクタアドレス変換式を用いて、コマンドのLBAからアクセス対象となる物理シリンドラドレスを算出し、コマンド実行間のシリンドラ移動距離、即ちシーク距離が最短になるようにコマンド順序を並べ替えて、キュー801に入れる(S908)。

【0084】次に、性能パラメータを用いて帯域保証付きライトコマンド群に対する実行時間を予測し(S909)、帯域の保証が可能であるか否かを判定する(S910)。その結果、保証できない場合(S910:N)、即ち、ハードディスク装置101の処理能力が要求された帯域に追いつかない場合は、エラー処理を行う(S917)。エラー処理においては、当該コマンドの実行を事前に中止し、ユーザに通知するか、あるいは、情報発信デバイス(例えば、ホスト装置113に接続されたビデオカメラ等)に対して実効転送速度の変更要求(スローダウン)を行う。

【0085】一方、帯域保証が可能である場合は(S910:Y)、上述のコマンド実行時間の予測結果から、ハードディスク装置101のディスクRAM105が、ホスト装置113からの転送データによってフル状態となるコマンドを検出する(S911)。そして、コマンドキュー801内に、ディスクRAM105上のデータにヒットするリードコマンドがあれば、当該リードコマンドを、検出されたコマンドの後に挿入する(S912)。この場合、ディスクRAM105上に蓄えられた転送データがHDA部108に転送されてアンダーランが発生しなければ、リードヒットするコマンドは、複数個挿入しても良い。

【0086】次に、同様に、性能パラメータを用いて帯\*

$$T = T_s + T_r + (60/X_s) \times (n/S) + (512 \times 1)/X_r \dots (3)$$

3)

シーク時間:  $T_s$  [秒]

回転待ち時間:  $T_r$  [秒]

スピンドル回転速度:  $X_s$  [rpm]

\* 帯域保証付きリードコマンド群に対する実行時間を予測し(S913)、帯域の保証が可能であるか否かを判定する(S914)。その結果、保証できない場合は(S914:N)、上述のライト時と同様に、当該コマンドの実行を中止する等のエラー処理を行う(S917)。一方、保証可能である場合は(S914:Y)、上述のコマンド実行時間の予測結果からハードディスク装置101のディスクRAM105がHDA部108からの転送データによってフル状態となるコマンドを検出する(S915)。そして、コマンドキュー801内のリードコマンドであってディスクRAM105上のデータにヒットするリードコマンドがあれば、当該リードコマンドを検出されたリードコマンドの後に挿入する(S916)。この場合、ディスクRAM105上に蓄えられた転送データがホスト装置113に転送されてアンダーランが発生しなければ、前述のリードヒットするコマンドは複数個挿入しても良い。

【0087】以上のようにして、コマンドの並び替えが行われる。

【0088】次に、上述のコマンド実行時間の具体的な予測手法について説明する。コマンド実行時間は以下の3つの場合に分けて算出される。

(a) ライトコマンドの場合

ハードディスク装置101はライトキャッシュ制御方式を採用しているため、ホストインタフェースコントローラ117からディスクRAM105へ要求データが転送された時点でコマンド終了とみなされる。従って、転送セクタ数を $n$ 、上述のライト時のホスト実効転送速度を $X_w$ 、1セクタ=512バイトとすると、コマンド実行時間 $T$ は、

$$T = (512 \times n) / X_w \dots (1)$$

となる。

(b) リードコマンドでかつキャッシュヒットする場合  
(a)と同様に、ディスクRAM105からホストインタフェースコントローラ117へ要求データが転送された時点でコマンド終了とみなされる。よって、リード時のホスト実効転送速度を $X_r$ とすれば、コマンド実行時間 $T$ は、

$$T = (512 \times n) / X_r \dots (2)$$

となる。

(c) リードコマンドでかつキャッシュミスする場合  
本ケースでは、記録媒体から要求データを読み出す必要があるため、コマンド実行時間 $T$ は、

【0089】

【数1】

※トラック当りのセクタ数:  $S$

となる。

※50 【0090】なお、式(3)は、ホスト実効転送速度が

記録媒体からのデータ読み出し速度よりも速い場合を想定しているが、逆の場合は、ホスト側のデータ転送がネックになるので、

$$T = T_s + T_r + (60/X_s) \times (1/S) + (512 \times n)/X_r \dots (3)$$

となる。

【0092】シーク時間 $T_s$ は、上述のセクタアドレス変換式を用いて目的セクタまでのシーク量を算出し、シーク時間算出式から求めることが可能である。また、回転待ち時間は、スピンドル回転速度から平均回転待ち時間を求めても良いし、あるいは、ハードディスク装置101にて待ち時間を計測しても良い。なお、式(3)では、1つのコマンドで複数のトラックにまたがってアクセスする場合を想定していないが、その場合でもシーク時間算出式からトラックチェンジする時間を算出することができるので実行時間の予測は可能である。

【0093】図12は、上述のコマンド並べ替えフローチャートに基づき、コマンドの実行順序を入れ替えた具体例を示す図である。同図(a)は、並べ替え前の様子を示し、同図(b)は、並べ替え後の様子を示す図である。同図において、SWは、シーケンシャルライトを、RWは、ランダムライトを、RRは、ランダムリードを表す。SW等の後の数字は、各コマンドの発行された順番を表す。例えば、SW0、SW1、SW2、SW3は、この順番で発行された4つのシーケンシャルライトを表す。また、ヒットフラグ1001とは、ホスト装置113において、ハードディスク装置101の性能パラメータ及び発行したコマンド発行要求データに基づいて、各コマンドの対象データがハードディスク装置101のディスクRAM105上に存在するか否かを予測した結果を示すものである。

【0094】図10(b)に示すように、同図(a)に示したコマンド群を並び替えた結果、まず、帯域保証付きのライトコマンド(1)が優先される。次に、性能パラメータからコマンド実行時間を予測した結果、コマンドSW2を発行するとディスクRAM105がフル状態となると予測されたので、帯域保証付きのライトコマンドの後に、コマンドRR0、RR2(2)が挿入される。これらのコマンドは、性能パラメータからディスクRAM105上のデータにヒットすると予想されたものである。最後に、シーク距離が最短になるように並べ替えられた、残りコマンド(3)が置かれる。

【0095】以上、本実施形態では、ホスト装置113がハードディスク装置101の性能を決定付ける性能パラメータからコマンド実行時間を予測し、コマンドの実行順序を並べ替えることにより、システムの最適化を図ることが可能である。

《第3実施形態》次に、本発明の第3の実施形態について説明する。

【0096】図13は、本発明を適用したホームネット※50

\*【0091】  
【数2】

※ワークシステムの構成を示す図である。同図に示すように、本システムは、セットトップボックス1203と、デジタルテレビ1210と、ハードディスク装置101とからなる。各デバイス101、1203、1210は、IEEE1394で接続されている。

【0097】セットトップボックス1203は、チューナ1204と、A/D変換器1205と、復調器1206と、デスクランブラ1207と、1394インタフェース部1201と、CPU1208と、RAM1209とを備える。

【0098】セットトップボックス1203は、ケーブル放送や衛星放送等、外部から入力される情報をチューナ1204で検出し、A/D変換器1205でデジタル情報に変換した後、復調器1206、デスクランブラ1207、IEEE1394インタフェース部1201を介して他の1394デバイスに出力する。

【0099】デジタルテレビ1210は、1394インタフェース部1201と、MPEGデコーダ1211と、ディスプレイ制御部1212と、ディスプレイ部1213とを備える。

【0100】デジタルテレビ1210は、1394インタフェース部1201を介して入力した情報をMPEGデコーダ1211でデコードし、ディスプレイ制御部1212を介してディスプレイ部1213で表示する。

【0101】ハードディスク装置101は、図1、図7に示したものと基本的には変わらないが、ディスクインタフェースコントローラ103のかわりに、IEEE1394インタフェースを制御するため1394インタフェース部1201を備えている。

【0102】本実施形態では、ハードディスク装置101等のネットワークに接続された1394デバイスの性能パラメータを、他の1394デバイスに通知する一手法として、1394インタフェースの初期化時に送受信されるセルフIDパケットを利用する。

【0103】図14は、1394インタフェースにおける初期化のフローチャートを示す図である。

【0104】1394デバイスのパワーオン/オフやプラグイン/アウトに伴いバスリセットが発生すると、バスの初期化が行われて、すべてのトポロジー情報が消去される(S1302)。次に、新しいトポロジー情報を得るためツリーIDプロセスが実行される(S1303)。ここでは、デバイス間の親子関係とルートとなるデバイスを決定する。最後に、セルフIDパケットを送受信してデバイスの物理IDを含むデバイス情報をお互いに交換する(S1304)。

【0105】図15は、セルフIDパケットの構成を示す図である。本実施形態では、ハードディスク装置101の性能パラメータを他の1394デバイスに通知するために、パケット番号nのパケットを、性能パラメータ情報を通知するためのパケットとしている。そして、このパケットのビット0の中身が「1」であれば、デバイスが性能パラメータを通知する機能を持っていると規定しておく。また、ビット1～31には、性能パラメータが格納されているIEEE1212 CSR (コントロール&ステータスレジスタ) アーキテクチャに準拠した

アドレス空間におけるアドレスオフセット値1401を入れる。なお、ビット1～31等に、性能パラメータ値を入れるようにしても良い。

【0106】IEEE1394インタフェースでは、IEEE1212で規定された64ビットのアドレス空間をサポートしている。図16は、IEEE1212で規定された64ビットのアドレス空間を示す図である。IEEE1212規格では、64ビットのアドレスの上位10ビットでバスIDが指定され、続く6ビットでノードIDが指定され、残りの48ビットで各ノードにお

けるアドレスが指定される。

【0107】ハードディスク装置101は、自己の性能パラメータ情報を、例えば、イニシャルユニットスペースに配置しておき、配置したアドレスのオフセット1401を上記セルフIDパケット番号nのビット1～31に入れる。ハードディスク装置101が送信したセルフIDパケットを受信したデバイスは、ハードディスク装置101に対してリードブロックリクエストパケットを送信して、オフセットアドレス1401に格納された性能パラメータを読み出す。

【0108】図13に示したシステムでは、ハードディスク装置101から送信されたセルフIDパケットを、セットトップボックス1203及びデジタルテレビ1210が受信する。これらのデバイスは、このセルフIDパケットを受信することにより、ハードディスク装置101が性能パラメータを通知する機能を持っていることを把握でき、更に、性能パラメータを受信することもできる。

【0109】次に、本実施形態におけるコマンドの並べ替えについて説明する。

【0110】本実施形態では、ハードディスク装置101をアクセスするデバイスが複数存在するので、コマンドの並べ替えは、ハードディスク装置101に対してコマンドを発行する複数のデバイスの中からマスターデバイスを選択し、マスターデバイスにおいて行う。本実施形態では、セットトップボックス1203が、マスターデバイスの役割を受け持つとする。なお、ネットワークにつながったデバイスであれば、1394インタフェースの持つデバイス対等 (peer to peer) の性質から同様の制御が可能である。

【0111】1394インタフェースは、バスの初期化の際、アイソクロナス転送の管理を行うアイソクロナスマネージャを選択する機能を持つ。アイソクロナスマネージャは、動画等の時間保証を必要とするパケット送信の転送帯域を保証するための管理を行う。送信したいデバイスは、アイソクロナスマネージャに必要とする帯域幅を通知し、許可を受けた後、アイソクロナスパケットを送信する。本実施形態では、アイソクロナスパケットマネージャに選ばれたデバイスが、マスターデバイスの役割を持つようにする。

【0112】ハードディスク装置101にアクセスしたいマスターデバイス以外のデバイスは、マスターデバイスにその旨を通知し、その処理に必要なコマンド群を送信する。これは、通常のアシクロナスパケットを用いて行えばよい。

【0113】例えば、デジタルテレビ1210がハードディスク装置101にアクセスしたい場合、デジタルテレビ1201は、セットトップボックス1203を経由してハードディスク装置101をアクセスすることになる。まず、デジタルテレビ1201は、セットトップボックス1203に対して、ある特定のアドレス空間にパケットを送付する。この特定のアドレス空間は、予め、マスターデバイスを経由したパケット発行依頼に使用することをすべての1394デバイスに通知しておく。そして、このパケットのデータ部に、パケットの発行依頼者 (この場合、デジタルテレビ1201)、パケット転送先 (この場合、ハードディスク装置101)、及び、コマンドの内容を格納する。このパケットを受け取ったマスターデバイスであるセットトップボックス1203は、パケット転送先に対してパケット発行依頼者からの要求を送信する。パケットの送受信における確認処理については、1394インタフェースで規定しているように、アシクロナス転送時は、確認応答処理を行い、アイソクロナス転送時は、確認処理は行わないようにすればよい。

【0114】セットトップボックス1203は、送信されたコマンド群を受けて、他のデバイスから受けたコマンド群と発行順序を調整し、システムパフォーマンスの最適化を図ることができる。

【0115】図17は、図12と同様にコマンドの並べ替えの例を示す図である。ここでは、ハードディスク装置101から動画を読み出してデジタルテレビ1210に出力する処理と、セットトップ1203からハードディスク装置101に対するランダムデータの書き込み及び読み出し処理を同時に行う場合を想定している。

【0116】図17に示すように、デジタルテレビ1201がハードディスク装置101に対して発行する帯域保証付きのシーケンシャルリードコマンド (SRx) と、セットトップボックス1203からのランダムアクセス (RRx、RWx) の要求が来ている。

【0117】並べ替え前のコマンドキュー801の先頭はランダムリードであるが、デジタルテレビ1210への動画再生レスポンスをはやくするために、SR0を最優先させ、かつ、先読み（HDA部108からディスクRAM105へのデータ転送）を実行させる（1）。SR0は、ディスクRAM105上に対象データがなくHDA部108からの読み出しとなるためシーク等に時間がかかる。よって、次に、RR0、RR1を実行する

（2）。これはキャッシュヒットしておりディスクRAM105からセットトップボックス1203へのデータ転送になるので、前記先読みは継続される。次に、SR1〜3を実行する（3）。SR1は転送対象データが既にディスクRAM105に格納されているためリードヒットとなる。また、SR2、SR3によるデータ転送によりデジタルテレビ1210側の1394インタフェース部1201のRAMがフル状態となるため、SR4の前にRW0、RR2（4）を実行しても動画が途切れることなく再生することができる。

【0118】以上では、ハードディスク装置101の性能パラメータをセットトップボックス1203に送り、ハードディスク装置101の性能パラメータに基づいて、ハードディスク装置101に発行されるコマンドの実行時間の予測を行ったが、更に、デジタルテレビ1210の性能パラメータを、セットトップボックス1203に通知するようにしてもよい。

【0119】この場合、セットトップボックス1203は、ハードディスク装置101に対して発行するコマンドの実行時間をより正確に予測することが可能となる。例えば、デジタルテレビ1210の1394インタフェース部1201のRAM1202の容量、RAM1202からMPEGデコーダ1211へのデータ出力スピード、RAM1202へのデータ入力スピードを通知すれば、セットトップボックス1203において、RAM1202へのデータ転送によって、いつRAM1202がフルになるかを予測することができる。

【0120】以上説明したように、本実施形態では、ハードディスク装置101をアクセスするデバイスが複数の場合でも、ハードディスク装置101に対してコマンドを発行する複数のデバイスの中からマスターデバイスを選択し、当該マスターデバイスがハードディスク装置101に対するアクセスを一括管理して、コマンド実行時間を予測しコマンドの実行順序を並べ替えることにより、システムの最適化を図ることが可能となる。

【0121】また、動画転送などの帯域保証を必要とするパケット転送においても、IEEE1394バス上の帯域保証だけでなく、ハードディスク装置の内部状態等のシステム状態を考慮したかたちで、データ転送の帯域が保証され、システムの最適化を図ることが可能である。

【0122】なお、第2、第3の実施形態で示したハー

ドディスク装置101は、第1の実施形態と同様に、性能パラメータが可変なものを利用してもよい。この場合、ホスト装置等は、変更後の性能パラメータ値を保存しておき、変更後の性能パラメータ値を使って、コマンド実行時間の予測等を行うようにすればよい。

【0123】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明では、外部記憶装置の性能を決定付ける性能パラメータに適切な値を設定することにより、外部記憶装置を含むシステムの最適化を図ることが可能である。

【0124】また、外部記憶装置等の性能パラメータからコマンド実行時間を予測しコマンドの実行順序を並べ替えることにより、システムパフォーマンスの向上を図ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明による情報処理システムのブロック図である。

【図2】 ハードディスク装置の性能パラメータの例を示す図である。

【図3】 動作モードの例を示す図である。

【図4】 性能パラメータの設定処理を示すフローチャートである。

【図5】 Identify Device情報の構成を示す図である。

【図6】 アプリケーション実行時の性能パラメータの設定処理を示すフローチャートである。

【図7】 本発明による第2の情報処理システムのブロック図である。

【図8】 コマンド実行処理を示すフローチャートである。

【図9】 コマンドキューの構成を示す図である。

【図10】 コマンド並べ替え処理を示すフローチャート（その1）である。

【図11】 コマンド並べ替え処理を示すフローチャート（その2）である。

【図12】 コマンド並べ替えの一例を示す図である。

【図13】 本発明によるホームネットワークシステムのブロック図である。

【図14】 IEEE1394インタフェースの初期化処理のフローチャートを示す図である。

【図15】 セルフIDパケットのフォーマット例を示す図である。

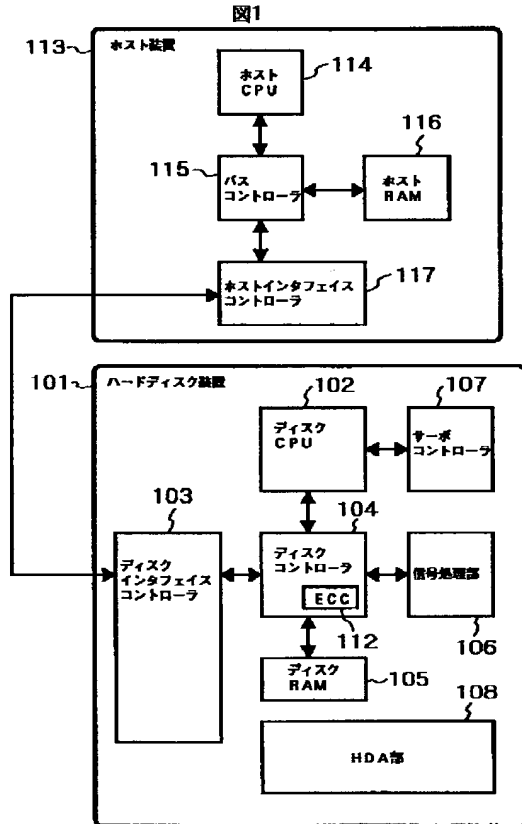
【図16】 IEEE1394インタフェースで使用するアドレス空間の概念図である。

【図17】 コマンド並べ替えの一例を示す図である。

【符号の説明】

101…ハードディスク装置、103…ディスクインタフェースコントローラ、113…ホスト装置、801…コマンドキュー、802…帯域保証フラグ、1201…1394インタフェース部、1203…セットトップボ

【図1】



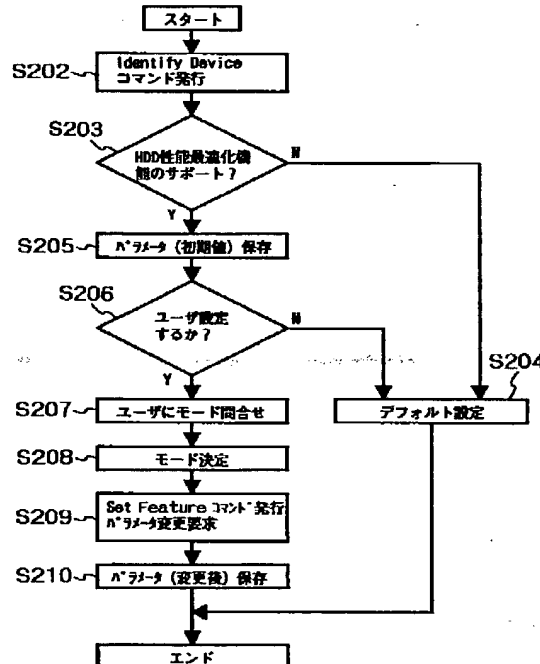
【図2】

図2

オフセットアドレス	パラメータの種類	初期値	設定可能範囲
0	スピンドル回転速度	7200 rpm	3600 / 5400 / 7200
1	キャッシュ制御モード	1	0: 固定セグメント方式 1: 可変セグメント方式
2	キャッシュサイズ	4.0 MB	0.5 / 1.0 / 2.0 / 4.0
3	最大先読みセクタ数	512 セクタ	64 / 128 / 256 / 512
4	シークモード	1	0: 低速モード 1: 高速モード
5	予備セクタ配置方式	0	0: トラック単位 1: シリンダ単位 2: ゾーン単位 3: 磁置単位
6	予備セクタ数	1	1 ~ n
7	ECC長	40 B	10 / 20 / 30 / 40
8	オンザフライECC訂正数	4 箇所	1 / 2 / 3 / 4
9	ホスト転送速度	100 MB/s	16 / 33 / 66 / 100

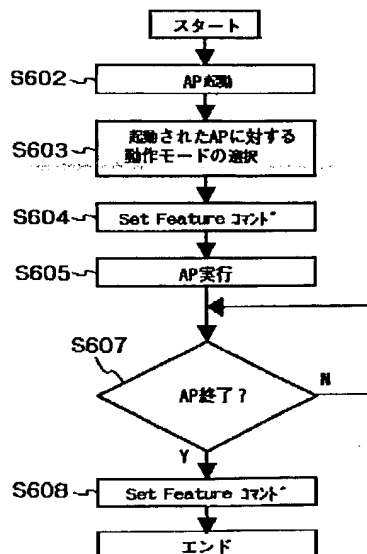
【図4】

図4



【図6】

図6



【図3】

図3

設定値	モード名	ビットアドレス	パラメータ設定例
aaa	ハイパフォーマンスモード 501	0	7200
		1	1
		2	4.0
		3	512
		4	1
		5	0
		6	1
		7	40
		8	4
		9	100
bbb	低騒音/低消費電力モード 502	0	3600
		1	1
		2	4.0
		3	512
		4	0
		5	0
		6	1
		7	40
		8	4
		9	16
ccc	静音再生モード 503	0	5400
		1	0
		2	4.0
		3	512
		4	1
		5	2
		6	10
		7	40
		8	4
		9	66
ddd	高価格モード 504	0	3600
		1	0
		2	1.0
		3	512
		4	0
		5	0
		6	2
		7	40
		8	1
		9	16

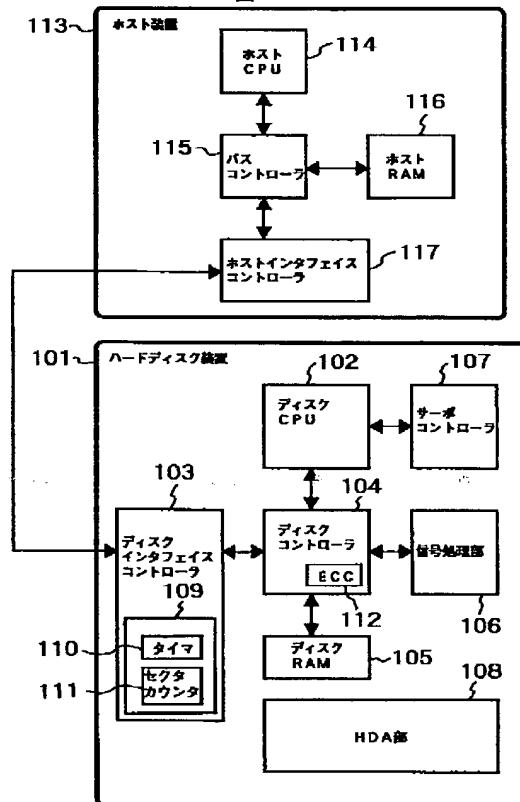
【図5】

図5

Word	Description
0	General Configuration
1	Number of logical cylinders
2	Reserved
...	...
x	bit 15-1 : 性能パラメータ格納ベースアドレス (y) bit 0 : 1: HDD性能最適化機能をサポート 0: HDD性能最適化機能を未サポート
y	性能パラメータ a
y+1	性能パラメータ b
...	...

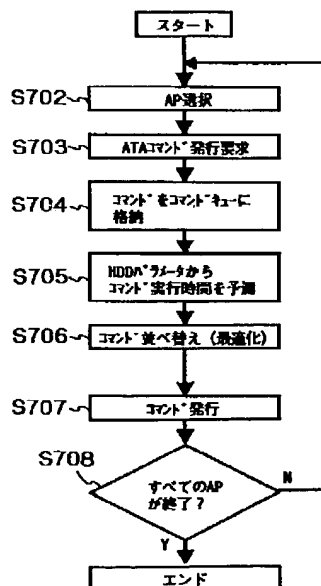
【図7】

図7

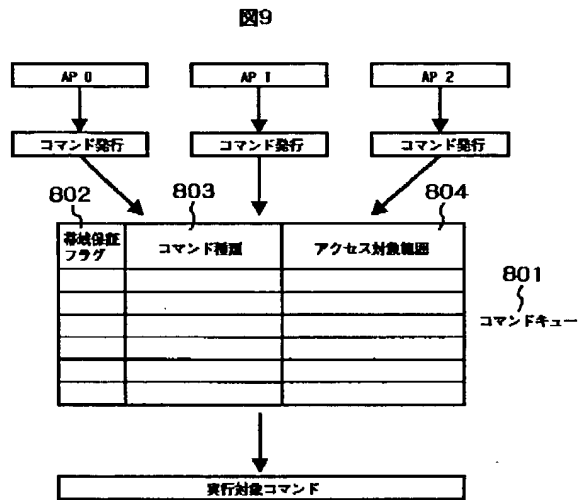


【図8】

図8



【図9】



【図12】

図12

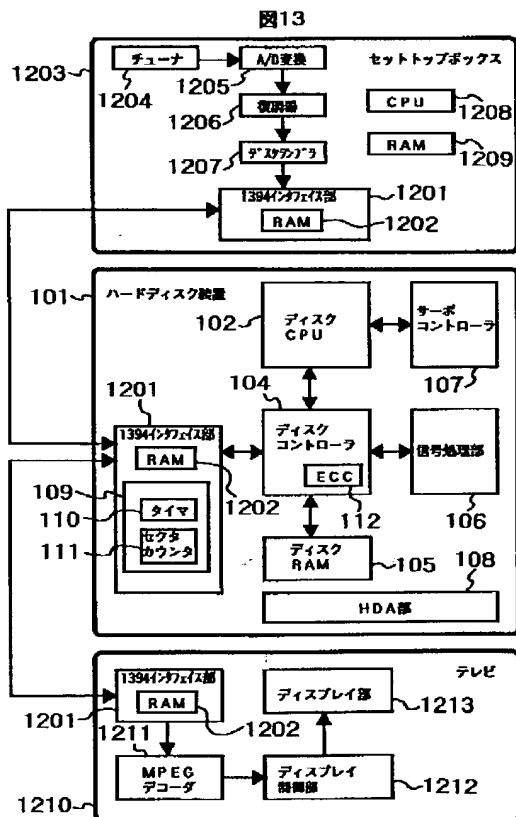
802	803	1001	
蓄積保証 フラグ	コマンド	ヒット フラグ	
0	RR 2	0	
1	SW 3	0	
1	SW 2	0	
0	RR 1	0	
0	RR 0	0	
1	SW 1	0	
0	RR 2	1	
0	RR 1	0	
0	RR 0	1	
1	SW 0	0	

(a) 並べ替え前

802	803	1001	
蓄積保証 フラグ	コマンド	ヒット フラグ	
0	RR 2	0	
0	RR 1	0	
0	RR 0	0	
0	RR 1	0	
1	SW 3	0	(3)
0	RR 2	1	
0	RR 0	1	
1	SW 2	0	(2)
1	SW 1	0	
1	SW 0	0	(1)

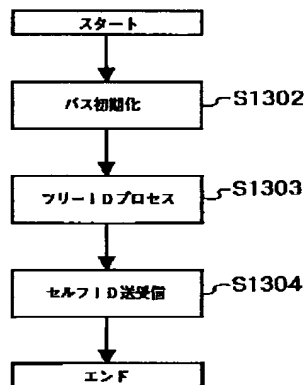
(b) 並べ替え後

【図13】



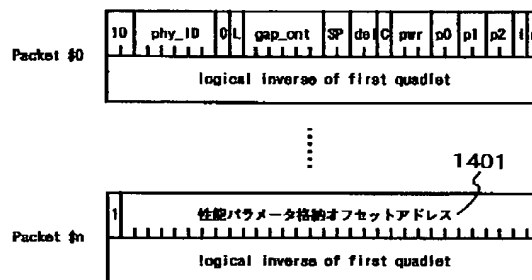
【図14】

図14



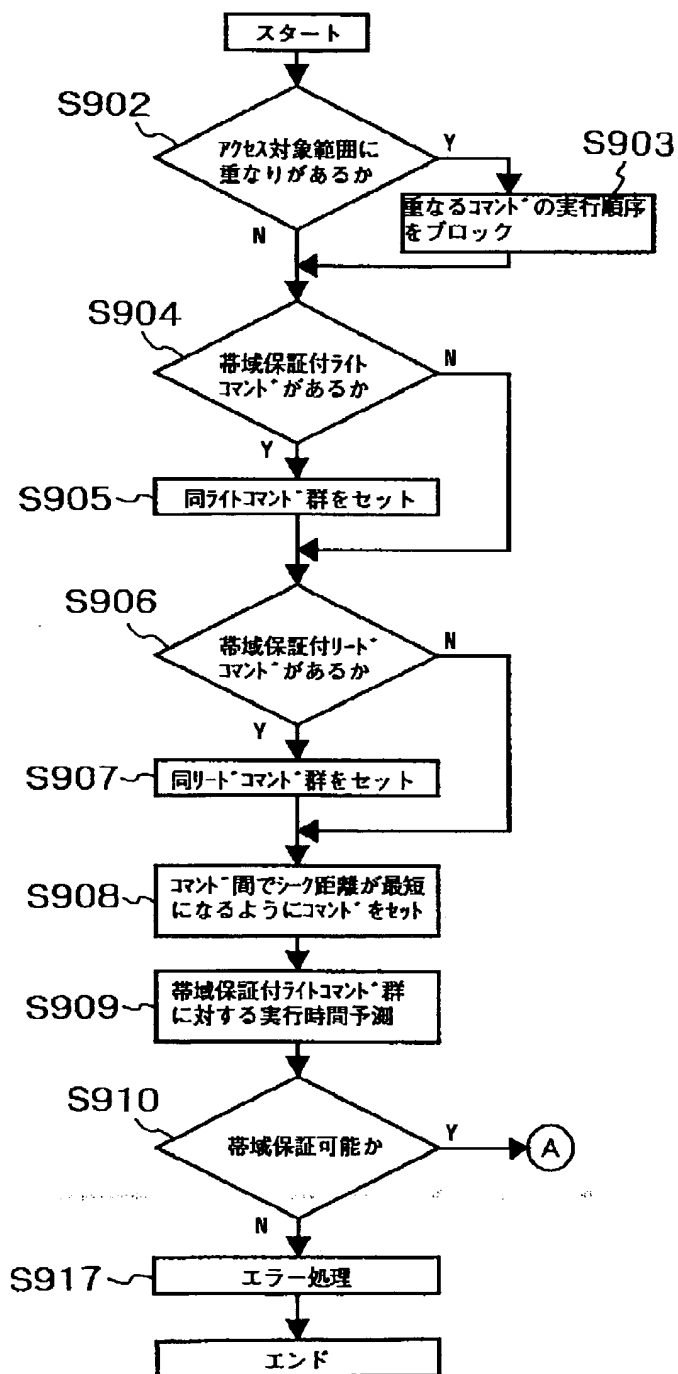
【図15】

図15



【図10】

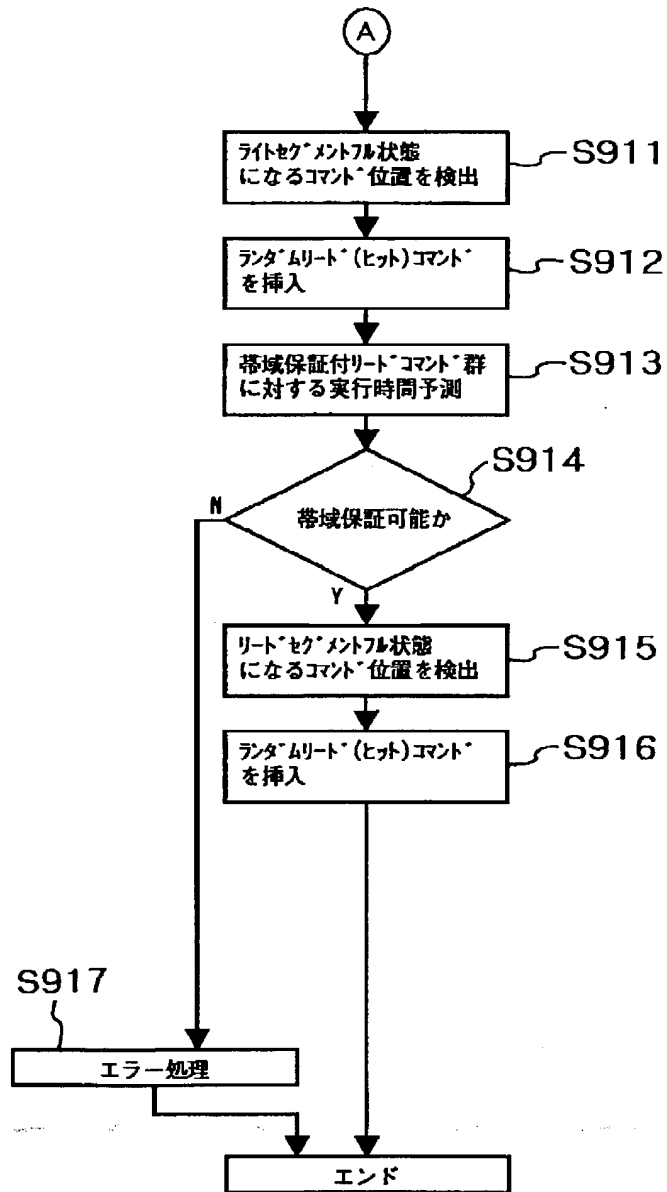
図10





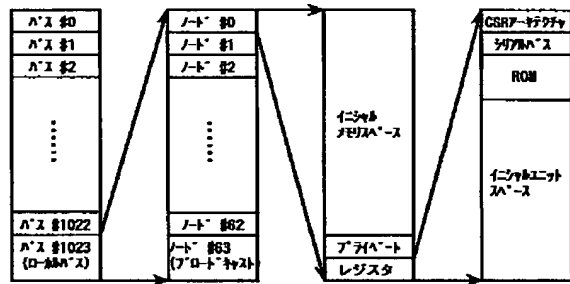
【図11】

図11



【図16】

図16



【図17】

図17

802	803	1001	
帯域保証 フラグ	コマンド	ヒット フラグ	
0	RR 2	0	
0	RR 0	0	
0	RR 1	1	
1	SR 5	0	
1	SR 4	0	
1	SR 3	0	
1	SR 2	0	
1	SR 1	0	
1	SR 0	0	
0	RR 0	1	

(a) 並べ替え前

802	803	1001	
帯域保証 フラグ	コマンド	ヒット フラグ	
1	SR 5	0	
1	SR 4	0	
0	RR 2	0	(4)
0	RR 0	0	
1	SR 3	0	
1	SR 2	0	(3)
1	SR 1	1	
0	RR 1	1	
0	RR 0	1	(2)
1	SR 0	0	(1)

(b) 並べ替え後

フロントページの続き

(72)発明者 井口 慎也  
神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株  
式会社日立製作所システム開発研究所内

(72)発明者 西川 学  
神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会  
社日立製作所ストレージシステム事業部内  
Fターム(参考) 5B065 BA01 ZA05  
5D044 AB05 AB07 BC01 CC04 DE42  
GK12 HL01